



Espacenet

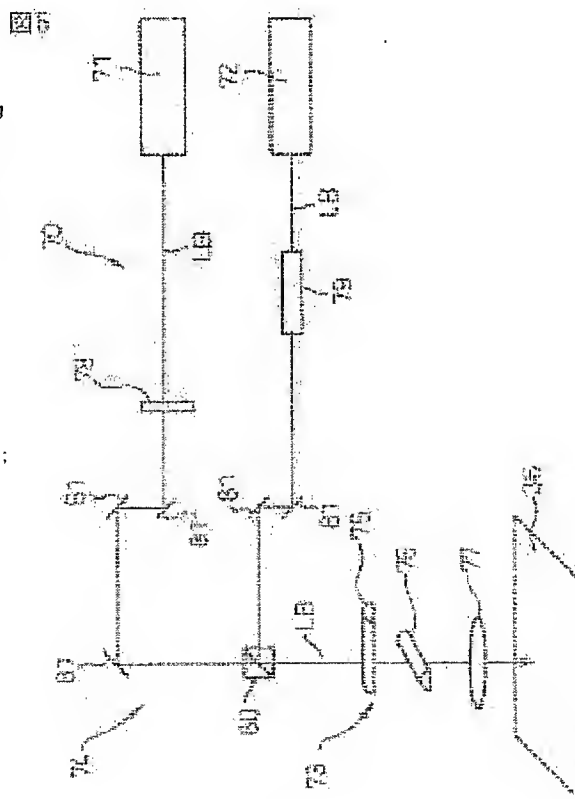
# Bibliographic data: JP2003332236 (A) — 2003-11-21

## METHOD AND DEVICE FOR CRYSTALLIZING SEMICONDUCTOR

**Inventor(s):** SASAKI NOBUO; UZUKA TATSUYA ±  
**Applicant(s):** FUJITSU LTD; NIPPON LASER KK ±  
**Classification:** - **international:** *H01L21/20; H01L21/268; (IPC1-7): H01L21/20; H01L21/268*  
 - **European:**  
**Application number:** JP20020143097 20020517  
**Priority number (s):** JP20020143097 20020517  
**Also published as:** JP4212830 (B2)

### Abstract of JP2003332236 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the throughputs of a method and device for crystallizing semiconductor even when a CW solid-state laser is used. ; **SOLUTION:** The device for crystallizing semiconductor is provided with a plurality of laser sources 71 and 72, a focusing optical system 73, and a synthesizing optical system 74 which leads the laser beams emitted from the laser sources 71 and 72 to the focusing optical system 73. ;  
 COPYRIGHT: (C)2004,JPO



Last updated:  
 5.12.2011 Worldwide Database 5.7.31;  
 92p

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-332236

(P2003-332236A)

(43) 公開日 平成15年11月21日 (2003. 11. 21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 21/20  
21/268

識別記号

F I

H 0 1 L 21/20  
21/268

データベース\* (参考)

5 F 0 5 2

F  
J

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-143097(P2002-143097)

(22) 出願日 平成14年5月17日 (2002. 5. 17)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(71) 出願人 597137383

株式会社日本レーザー

東京都新宿区西早稲田2丁目14番1号

(72) 発明者 佐々木 伸夫

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外3名)

最終頁に続く

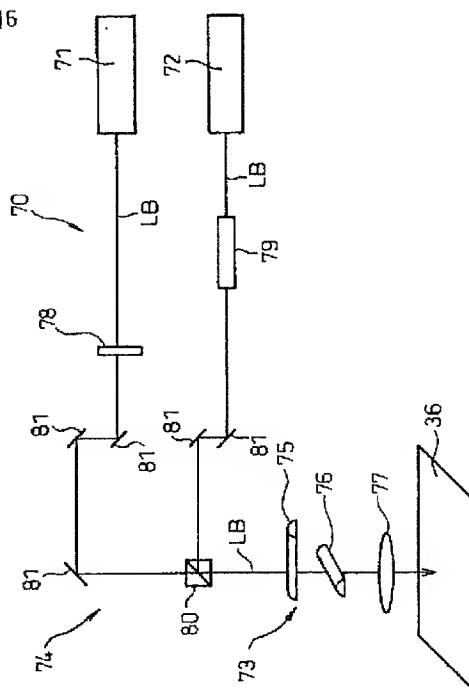
(54) 【発明の名称】 半導体結晶化方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体結晶化方法及び装置に関し、CW固体レーザーを使用した場合でもスループットを高くすることができるようになることを目的とする。

【解決手段】 複数のレーザー源71、72と、フォーカス光学系73と、該複数のレーザー源から出射するレーザービームを該フォーカス光学系に導く合成光学系74とを備える構成とする。

図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のレーザ源から出射するレーザビームをフォーカス光学系を通して基板の半導体膜に照射し、該半導体膜を熔融結晶化する半導体結晶化方法であって、

複数の該レーザビームは互いに重なることなく該基板上に照射され、且つ、互いに平行に該半導体膜を走査するものであると共に、その熔融跡が互いに重なり合うよう位置付けられることを特徴とする半導体結晶化方法。

【請求項 2】 複数のレーザ源から出射するレーザビームをフォーカス光学系を通して基板の半導体膜に照射し、該半導体膜を熔融結晶化する半導体結晶化方法であって、

該レーザ源から出射するレーザビームにより形成される複数のビームスポットは、少なくともその一部において互いに重なりあっていることを特徴とする半導体結晶化方法。

【請求項 3】 複数のレーザ源と、フォーカス光学系と、該複数のレーザ源から出射するレーザビームを該フォーカス光学系に導く合成光学系とを備え、

該合成光学系は、第 1 のレーザ源の後に配置された  $\lambda/2$  板と、第 1 及び第 2 のレーザ源の少なくとも一方の後に配置されたビームエキスパンダと、第 1 及び第 2 のレーザ源を出射したレーザビームを合成する偏光ビームスプリッタとからなることを特徴とする半導体結晶化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体結晶化方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置は TFT を含むアクティブマトリックス駆動回路を含む。また、システム液晶表示装置は表示領域のまわりの周辺領域に TFT を含む電子回路を含む。低温ポリ Si は、液晶表示装置の TFT 及びシステム液晶表示装置の周辺領域の電子回路の TFT を形成するのに適している。また、低温ポリ Si は、有機 EL での画素駆動用 TFT や有機 EL での周辺領域の電子回路への応用も期待されている。本発明は低温ポリ Si で TFT を作るために CW レーザ（連続発振レーザ）を用いた半導体結晶化方法及び装置に関するものである。

【0003】 低温ポリ Si で液晶表示装置の TFT を形成するために、従来はガラス基板に非晶質シリコン膜を形成し、ガラス基板の非晶質シリコン膜にエキシマパルスレーザを照射し、非晶質シリコンを結晶化していた。最近、ガラス基板の非晶質シリコン膜に CW 固体レーザを照射し、非晶質シリコンを結晶化する結晶化方法が開発された。

【0004】 エキシマパルスレーザによるシリコンの結

晶化では、移動度が  $150 \sim 300 \text{ (cm}^2/\text{Vs)}$  程度であるのに対して、CW レーザによるシリコンの結晶化では、移動度が  $400 \sim 600 \text{ (cm}^2/\text{Vs)}$  程度を実現でき、特に、システム液晶表示装置の周辺領域の電子回路の TFT を形成するのに有利である。

【0005】 シリコンの結晶化では、シリコン膜をレーザビームでスキャンする。この場合、シリコン膜を有する基板を可動ステージに搭載し、固定のレーザビームに対してシリコン膜を動かしながらスキャンを行う。図 10 に示されるように、エキシマパルスレーザでは、例えば、ビームスポット X が  $27.5 \text{ cm} \times 0.4 \text{ mm}$  のレーザビームでスキャンすることができ、ビーム幅  $27.5 \text{ cm}$  で、スキャン速度  $6 \text{ mm/s}$  でスキャンを行うと、エリアスキャン速度は  $16.5 \text{ cm}^2/\text{s}$  である。

【0006】 一方、図 11 に示されるように、CW 固体レーザでは、例えば、レーザパワーが  $10 \text{ W}$  で、ビームスポット Y の幅が  $400 \mu\text{m}$  程度で、スキャン速度  $50 \text{ cm/s}$  でスキャンを行うと、良い結晶化のできる有効メルト幅はビームスポット  $400 \mu\text{m}$  で  $150 \mu\text{m}$  となるので、エリアスキャン速度は  $0.75 \text{ cm}^2/\text{s}$  である。このように、CW 固体レーザによる結晶化では、品質の優れたポリシリコンを得ることができるが、スループットが低いという問題があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 CW 固体レーザによる結晶化では、品質の優れたポリシリコンを得ることができるが、エリアスキャン速度は低く、スループットが十分上がらないという問題があった。

【0008】 本発明の目的は、CW 固体レーザを使用した場合でもスループットを高くすることのできる半導体結晶化方法及び装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明による半導体結晶化方法は、複数のレーザ源から出射するレーザビームをフォーカス光学系を通して基板の半導体膜に照射し、該半導体膜を熔融結晶化する半導体結晶化方法であって、複数の該レーザビームは互いに重なることなく該基板上に照射され、且つ、互いに平行に該半導体膜を走査するものであると共に、その熔融跡が互いに重なり合うよう位置付けられることを特徴とする。

【0010】 また、本発明による半導体結晶化方法は、複数のレーザ源から出射するレーザビームをフォーカス光学系を通して基板の半導体膜に照射し、該半導体膜を熔融結晶化する半導体結晶化方法であって、該レーザ源から出射するレーザビームにより形成される複数のビームスポットは、少なくともその一部において互いに重なりあっていることを特徴とする。

【0011】 また、本発明による半導体結晶化装置は、複数のレーザ源と、フォーカス光学系と、該複数のレーザ源から出射するレーザビームを該フォーカス光学系に

導く合成光学系とを備え、該合成光学系は、第1のレーザ源の後に配置されたλ/2板と、第1及び第2のレーザ源の少なくとも一方の後に配置されたビームエキスパンダと、第1及び第2のレーザ源を出射したレーザビームを合成する偏光ビームスプリッタとからなることを特徴とする。

【0012】これらの構成によれば、複数のレーザ源から出射するレーザビームをフォーカス光学系を通して基板の非晶質半導体に照射することで、照射されるビームスポットを大きくできる。ビームスポットが大きくなる事でメルト幅が大きくなるので、品質の優れたポリシリコンを得るために必要なスキャン速度は一定であって、エリアスキャン速度は大きくなる。こうして、品質の優れたポリシリコンを高いスループットで得ることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0014】図1は本発明の実施例による液晶表示装置を示す略断面図である。液晶表示装置10は対向する一対のガラス基板12、14の間に液晶16を挿入してなるものである。電極及び配向膜がガラス基板12、14に設けられることができる。一方のガラス基板12はTFT基板であり、他方のガラス基板14はカラーフィルタ基板である。

【0015】図2は図1のガラス基板12を示す略平面図である。ガラス基板12は表示領域18と、表示領域18のまわりの周辺領域20とを有する。表示領域18は多数の画素22を含む。図2では、1つの画素22が部分的に拡大して示されている。画素22は3原色のサブ画素領域RGBを含み、各サブ画素領域RGBにはTFT24が形成されている。周辺領域20はTFT（図示せず）を有し、周辺領域20のTFTは表示領域18のTFT24よりも密に配置されている。

【0016】図2のガラス基板12は、15型QXGA液晶表示装置を構成するものであり、2048×1536の画素22を有する。3原色のサブ画素領域RGBが並ぶ方向（水平な方向）上には2048の画素が並び、サブ画素領域RGBの数は2048×3になる。3原色のサブ画素領域RGBが並ぶ方向（水平な方向）に対して垂直な方向（垂直な方向）には1536の画素が並ぶ。後で説明する半導体結晶化においては、周辺領域20では各辺に平行な方向にレーザスキャンが行われ、表示領域18では矢印Aまたは矢印Bの方向にレーザスキャンが行われる。

【0017】その理由は、A、Bの方向にTFTが密に配置されA、Bと垂直の方向にはTFTが疎に配置されているため、正方形に近いマザーガラスでは、A、B方向の方がレーザスキャン回数が少くなりスループットが高くなるからである。

【0018】図3は図2のガラス基板12を作るためのマザーガラス26を示す略平面図である。マザーガラス26は複数のガラス基板12を採取するようになっている。図3に示す例では、1つのマザーガラス26から4つのガラス基板12を採取するようになっているが、1つのマザーガラス26から4つ以上のガラス基板12を採取することもできる。

【0019】図4は図2のガラス基板12のTFT24及び周辺領域20のTFTを形成する工程を示す図である。ステップS1において、ガラス基板に、絶縁膜、非晶質シリコン膜を形成する。ステップS2において、非晶質シリコン膜が結晶化され、ポリシリコンになる。ステップS3において、TFTとなるべきシリコンの部分などの必要なシリコン部分を残し、ポリシリコンや非晶質シリコン膜の不要部を除去して、TFT分離を行う。ステップS4において、ゲート電極、ドレイン電極、層間絶縁膜、コンタクトホールなどを形成する。ステップS5において、さらに、絶縁膜やITO膜を形成して、ガラス基板12を完成する。ITO膜は画素22を構成する画素電極となる。

【0020】図5はレーザビームによって非晶質シリコン膜（半導体膜）を結晶化するところを示す図である。非晶質シリコン膜36がSiO<sub>2</sub>等の絶縁膜を間にはさんでガラス基板12に形成され、ガラス基板12はXYステージ38の真空チャックや機械的のストッパーでXYステージ38に固定されている。レーザビームLBは非晶質シリコン膜36に照射され、XYステージ38は所定の方向に移動され、スキャンが行われる。最初に、ガラス基板12の周辺領域20の非晶質シリコン36にレーザビームを集光照射し、非晶質シリコンを熔融固化させ、ポリシリコンに結晶化させる。それから、ガラス基板12の表示領域18の非晶質シリコンにレーザビームを集光照射し、非晶質シリコンを熔融固化させ、ポリシリコンに結晶化させる。その理由は、交叉してレーザスキャンを行う場合周辺領域のように強いレーザ光で結晶化させた後に表示領域対応の弱いレーザ光で結晶化する場合は交叉部の結晶性は強いレーザ光の場合と変わらないが、逆の順番では強いレーザ光による結晶化が不十分となるためである。アモルファスでよくある程度結晶化していると光の吸収が小さくなるためである。

【0021】周辺領域20のTFTは表示領域18のTFT24よりも密に配置されているので、品質の高いポリシリコンが求められる。従って、周辺領域20のレーザスキャンは比較的に高いパワーをもったレーザビームで比較的に低いスキャン速度で行われ、表示領域18のTFT24はそれほどの高い品質のポリシリコンでなくてもよいので、比較的に出力の低いレーザビーム（あるいはレーザビームを分割したサブビーム）で比較的に高いスキャン速度で行われる。

【0022】図6は周辺領域20の半導体の結晶化に使

用されるレーザ装置70を示す図である。レーザ装置70は結晶化のために図5のXYステージ38とともに使用される。レーザ装置70は、2つのレーザ源（連続発振（CW）レーザ発振器）71、72と、共通のフォーカス光学系73と、2つのレーザ源71、72から出射するレーザビームLBをフォーカス光学系73に導く合成光学系74とを備える。

【0023】フォーカス光学系73は、ほぼ半円筒体形状のレンズ75と、このレンズ75と直交するように配置されたほぼ半円筒体形状のレンズ76と、凸レンズ77とからなる。フォーカス光学系73により、レーザビームLBのビームスポットは楕円形状になる。

【0024】合成光学系74は、第1のレーザ源71の後に配置された $\lambda/2$ 板78と、第2のレーザ源72の後に配置されたビームエキスパンダ79と、第1及び第2のレーザ源71、72を出射したレーザビームLBを合成する偏光ビームスプリッタ80とからなる。81はミラーである。

【0025】こうして、複数のレーザ源71、72から出射するレーザビームLBを合成光学系74で構成し、合成されたレーザビームLBをフォーカス光学系73を通してガラス基板12の非晶質半導体36に照射し、非晶質半導体36を結晶化する。ビームエキスパンダ79はレーザビームLBの拡がり角を調整するものである。すなわち、複数のレーザ源71、72のレーザビームLBの拡がり角にバラツキがあると、一方のレーザビームLBをフォーカス光学系73によってフォーカスを合わせても、他方のレーザビームLBのフォーカスが合わないことがあるので、ビームエキスパンダ79によってレーザビームLBの拡がり角を調整することにより、2つのレーザビームLBのフォーカスが合うようにする。ビームエキスパンダ79は他方のレーザビームLBの光路に配置してもよい。また、2つのレーザビームの光路の両方に配置してもよい。

【0026】第1及び第2のレーザ源71、72から出たレーザビームLBは縦に直線偏光した偏光であり、第1のレーザ源71から出たレーザビームLBは $\lambda/2$ 板78により偏光面が90度回転して横に直線偏光した偏光になる。従って、第1のレーザ源71から出て $\lambda/2$ 板78を通ったレーザビームLB及び第2のレーザ源72から出たレーザビームLBは偏光ビームスプリッタ80に導入され、2つのレーザビームLBはほとんど重ね合わされて非晶質半導体36に向かう。直線偏光の変化の様子については図7により詳細に示されている。

【0027】各レーザビームLBはフォーカス光学系73を通して楕円形状のビームスポットを形成する。図8に示されるように、合成されたレーザビームLBのビームスポットは個別のレーザビームLBのビームスポットが重なり合うように形成され、まゆ形のビームスポットBSとなる。これは、例えばミラー81のいずれかの角

度を微小にずらすことによって達成される。すなわち、複数のレーザ源71、72から出射するレーザビームLBはそれぞれ楕円形状のビームスポットを形成し、該複数の楕円形状のビームスポットは長軸方向で互いに重なりあっている。

【0028】例においては、 $\text{SiO}_2$ がプラズマCVDでガラス基板12の上に厚さ400nmで形成され、その上に非晶質シリコン36がプラズマCVDで100nmの厚さに形成された。レーザはNd:YVO4の固体レーザの連続波を用いる。一例において、単一のレーザ源を使用した場合、レーザパワー10Wで、 $400\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ のビームスポットを形成する。単一のレーザ源では、レーザ幅400 $\mu\text{m}$ で、スキャン速度50cm/sでスキャンすると、エリアスキャン200cm<sup>2</sup>/sを達成できる。そして、レーザ照射幅400 $\mu\text{m}$ のうち、非晶質半導体36の幅150 $\mu\text{m}$ のストライプ状の部分がよく熔融し、結晶化され、フロー型の結晶粒界を示す。このフロー型の結晶粒界からなるポリシリコン領域にTFETを作ると、移動度が500（cm<sup>2</sup>/Vs）の高移動度特性を得ることができる。

【0029】図6に示されるように2つのレーザ源71、72から出射して合成されたレーザビームLBのビームスポットは、600 $\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ になる。レーザパワー10Wで、スポット幅600 $\mu\text{m}$ で、スキャン速度50cm/sでスキャンすると、レーザ照射幅600 $\mu\text{m}$ のうち、非晶質半導体36の幅350 $\mu\text{m}$ のストライプ状の部分が特によく熔融し、結晶化され、フロー型の結晶粒界を示す領域が得られた。高品質に結晶化された幅350 $\mu\text{m}$ のストライプ状の部分は単一のレーザ源を使用した場合の高品質に結晶化された幅150 $\mu\text{m}$ のストライプ状の部分の2倍よりも大きくなった。すなわち、2つのビームスポットの相互加熱により、ビームスポットのサイズ及び有効メルト幅（高品質に結晶化された幅）を拡大することができた。

【0030】図7はレーザ装置70の変形例を示す図である。図7のレーザ装置70Aは2ユニットの光学系を含む。各ユニットの光学系は図6のレーザ装置70と同様の光学部材を含む。第1のユニットの光学系には図6の光学部材を表す数字に添え字aをつけ、第2のユニットの光学系には図6の光学部材を表す数字に添え字bをつけて示した。ビームエキスパンダ79は適宜設けることができる。

【0031】2ユニットの光学系は近接して配置され、2ユニットの光学系で作られるビームスポットBSがスキャン方向に対して垂直な方向及び平行な方向にずらして配置される。この構成においては、それぞれ350 $\mu\text{m}$ の有効メルト幅領域を、スキャンの跡が50 $\mu\text{m}$ の重ねがあるように配置し、有効メルト幅は650 $\mu\text{m}$ となった。

【0032】図9は、ビームスポットの他の例を示す図

である。3つのビームスポットBSがスキャン方向に対して垂直な方向及び平行な方向にずらして配置される。3つのビームスポットはスキャン方向で互いにずれていて互いに重なることなく基板上に照射される。ただし、3つのビームスポットは互いに平行に半導体膜を走査し、スキャン方向で見ると3つのビームスポットは重なり、その溶融幅（メルト幅）が互いに重なり合うように位置づけられる。また、3つ以上のビームスポットBSがスキャン方向に対して垂直な方向及び平行な方向にずらして配置されることができる。

#### 【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、CW固体レーザーを使用した場合でもスループットを高くすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による液晶表示装置を示す略断面面図である。

【図2】図1のガラス基板を示す略平面図である。

【図3】図2のガラス基板を作るためのマザーガラスを示す略平面図である。

【図4】図2のガラス基板のTFT及び周辺領域のTFTを形成する工程を示す図である。

【図5】レーザービームによって半導体膜を結晶化するところを示す図である。

【図6】周辺領域の半導体の結晶化に使用されるレーザー装置を示す図である。

【図7】レーザー装置の変形例を示す図である。

【図8】ビームスポットの例を示す図である。

【図9】ビームスポットの例を示す図である。

【図10】従来のエキシマパルスレーザーによる結晶化方法を説明する図である。

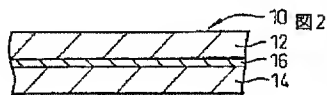
【図11】従来のCWレーザーによる結晶化方法を説明する図である。

#### 【符号の説明】

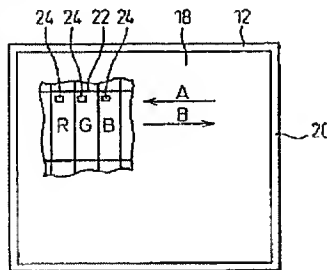
- 12, 14…ガラス基板
- 16…液晶
- 18…表示領域
- 20…周辺領域
- 22…画素
- 24…TFT
- 26…マザーガラス
- 30…CWレーザー発振器
- 36…非晶質シリコン膜
- 73…フォーカス光学系
- 74…合成光学系
- 78…λ/2板
- 79…ビームエキスパンダ
- 80…偏光ビームスプリッタ

【図1】

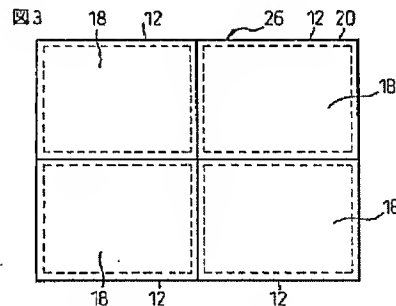
図1



【図2】

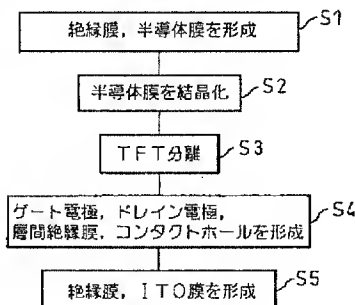


【図3】

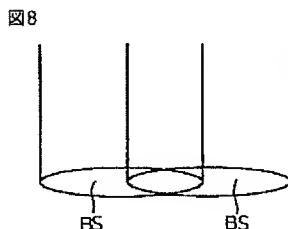


【図4】

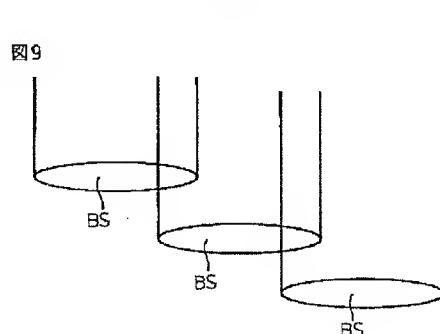
図4



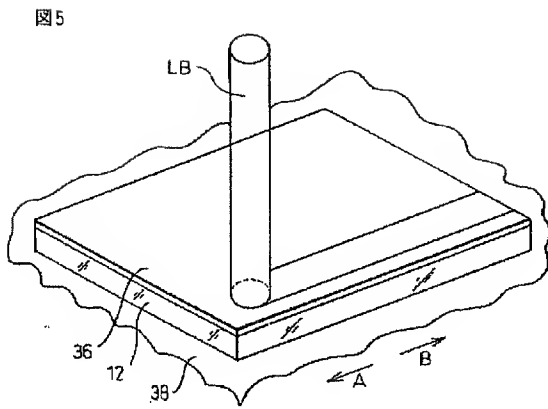
【図8】



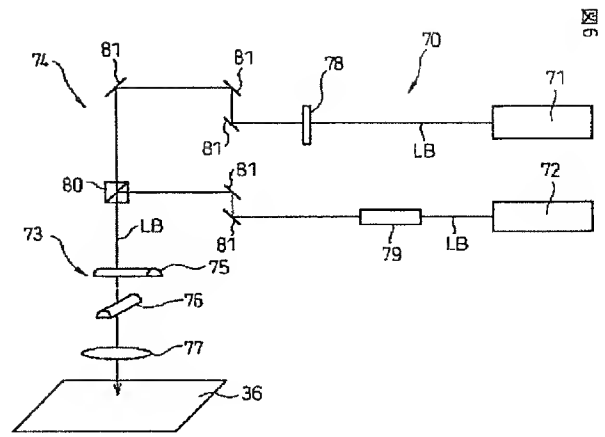
【図9】



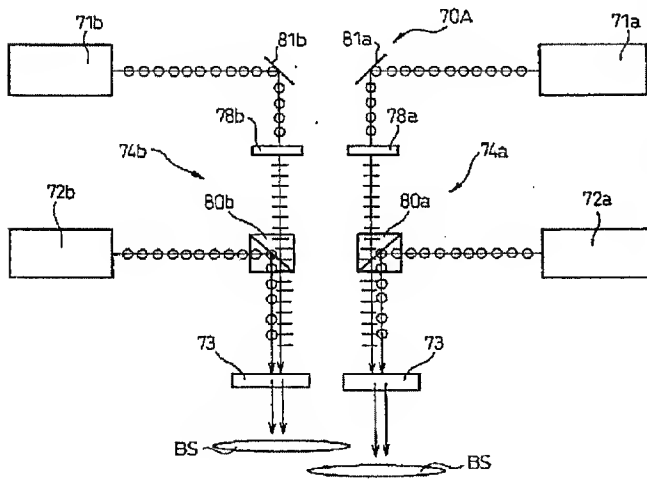
【図5】



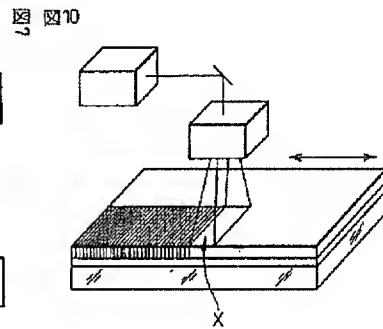
【図6】



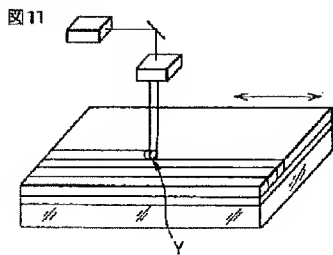
【図7】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 宇塚 達也  
東京都新宿区西早稲田 2 丁目14番 1 号 株  
式会社日本レーザー内

Fターム(参考) 5F052 AA02 BA02 BA07 BA11 BA13  
BB02 BB04 BB07 CA10 DA02  
DB03 FA00 JA01